

This Page Is Inserted by IFW Operations
and is not a part of the Official Record

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

**As rescanning documents *will not* correct images,
please do not report the images to the
Image Problem Mailbox.**

THIS PAGE BLANK (08/970)

(19) 世界知的所有權機關
國際事務局



(43) 國際公開日
2001 年 11 月 22 日 (22.11.2001)

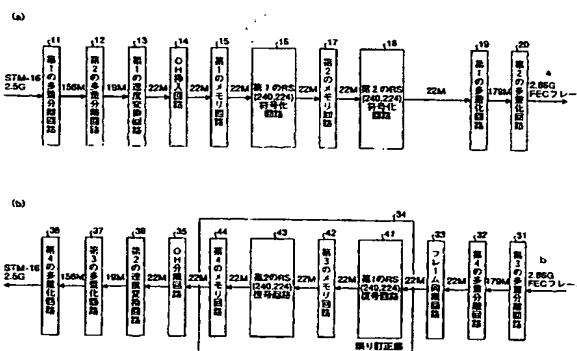
PCT

(10) 国際公開番号
WO 01/89134 A1

- | | | |
|---|-----------------------------|--|
| (51) 国際特許分類: | H04L 1/00, H03M 13/29 | Kazuo) [JP/JP]. 吉田英夫 (YOSHIDA, Hideo) [JP/JP]. 一番ヶ瀬広 (ICHIBANGASE, Hiroshi) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 三菱電機株式会社内 Tokyo (JP). |
| (21) 国際出願番号: | PCT/JP01/04078 | |
| (22) 国際出願日: | 2001 年5月16日 (16.05.2001) | (74) 代理人: 酒井宏明 (SAKAI, Hiroaki); 〒100-0013 東京都千代田区霞ヶ関三丁目2番6号 東京倶楽部ビルディング Tokyo (JP). |
| (25) 国際出願の言語: | 日本語 | |
| (26) 国際公開の言語: | 日本語 | (81) 指定国 (国内): US. |
| (30) 優先権データ:
特願2000-146973 | 2000 年5月18日 (18.05.2000) JP | (84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR). |
| (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 三菱電機株式会社 (MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP]; 〒100-8310 東京都千代田区丸の内二丁目2番3号 Tokyo (JP). | | 添付公開書類:
— 国際調査報告書 |
| (72) 発明者; および
(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 久保和夫 (KUBO, | | 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。 |

(54) Title: OPTICAL TRANSMISSION SYSTEM, FEC MULTIPLEXER, FEC MULTIPLEXER/SEPARATOR, AND ERROR CORRECTION METHOD

(54) 発明の名称: 光伝送システム、FEC多重化装置、FEC多重分離装置、および誤り訂正方法



- | | |
|---|---|
| 11...FIRST MULTIPLEXING/SEPARATING CIRCUIT | 31...THIRD MULTIPLEXING/SEPARATING CIRCUIT |
| 12...SECOND MULTIPLEXING/SEPARATING CIRCUIT | 32...FEC FRAME |
| 13...FIRST SPEED CONVERSION CIRCUIT | 32...FOURTH MULTIPLEXING/SEPARATING CIRCUIT |
| 14...ON INJECTION CIRCUIT | 33...FRAME SYNCHRONISING CIRCUIT |
| 15...FIRST MEMORY CIRCUIT | 34...ERROR CORRECTION UNIT |
| 16...FIRST RS (240, 224) CODING CIRCUIT | 41...FIRST RS (240, 224) DECODING CIRCUIT |
| 17...SECOND MEMORY CIRCUIT | 42...THIRD MEMORY CIRCUIT |
| 18...SECOND RS (240, 224) CODING CIRCUIT | 43...SECOND RS (240, 224) DECODING CIRCUIT |
| 19...FIRST MULTIPLEXING CIRCUIT | 44...FOURTH MEMORY CIRCUIT |
| 20...SECOND MULTIPLEXING CIRCUIT | 50...ON SEPARATING CIRCUIT |
| a...FEC FRAME | 51...SECOND SPEED CONVERSION CIRCUIT |
| | 57...THIRD MULTIPLEXING CIRCUIT |
| | 58...FOURTH MULTIPLEXING CIRCUIT |

(57) Abstract: An FEC multiplexing circuit (2) is so constituted that a first memory circuit (15) is arranged at the front stage of a first RS coding circuit (16) and a second memory circuit (17) at the front stage of a second RS coding circuit (18) to execute error correction coding by a combination of different pieces of data in two directions, and then to generate an FEC frame by multiplexing the error correction codes. An FEC multiplexing/separating circuit (6) is so constituted that a third memory circuit (42) is arranged at the rear



stage of a first RS decoding circuit (41) and a fourth memory circuit (44) at the rear stage of a second RS decoding circuit (43) to execute error correction by a combination of different pieces of data in two directions, and then to regenerate the original information data by multiplexing parallel data read out of the fourth memory circuit (44).

(57) 要約:

FEC多重化回路(2)が、第1のRS符号化回路(16)の前段に第1のメモリ回路(15)を配置し、さらに、第2のRS符号化回路(18)の前段に第2のメモリ回路(17)を配置し、2方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正符号化を行い、その後、誤り訂正符号を多重化してFECフレームを生成する構成とし、一方、FEC多重分離回路(6)が、第1のRS復号回路(41)の後段に第3のメモリ回路(42)を配置し、さらに、第2のRS復号回路(43)の後段に第4のメモリ回路(44)を配置し、2方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正を行い、その後、第4のメモリ回路(44)から読み出された並列データを多重化してもとの情報データを再生する構成とする。

明 細 書

光伝送システム、F E C多重化装置、F E C多重分離装置、および誤り訂正方法

5 技術分野

本発明は、F E C (Forward Error Correction) によりビット誤りを訂正する光伝送システムに関するものであり、特に、F E Cによる誤り訂正を用いて、長距離かつ大容量の伝送を実現する光伝送システム、および該光伝送システムを構成するF E C多重化装置、F E C多重分離装置、ならびにその誤り訂正方法に関するものである。

背景技術

以下、従来の光伝送システムについて説明する。F E Cを用いた従来の光伝送システムとしては、たとえば、I T U-T勧告G. 975に記載の、F E C多重化装置およびF E C多重分離装置の組み合わせによるシステムがある。第7図は、上記文献に記載されたF E C多重化装置（（a）参照）およびF E C多重分離装置（（b）参照）の構成を示す図である。

第7図（a）において、101は第1の多重分離回路であり、102は第2の多重分離回路であり、103は第1の速度変換回路であり、104はOH挿入回路であり、105はRS符号化回路であり、106は第1の多重化回路であり、107は第2の多重化回路である。また、第7図（b）において、111は第3の多重分離回路であり、112は第4の多重分離回路であり、113はフレーム同期回路であり、114はRS復号回路であり、115はOH分離回路であり、116は第2の速度変換回路であり、117は第3の多重化回路であり、118は第4の多重化回路である。

つぎに、上記F E C多重化装置およびF E C多重分離装置の動作について説明する。まず、STM-16データ（2.5 G b i t / s）を受け取った第1の多

重分離回路101が、そのデータを16並列データ(156Mb i t / s)に多重分離し、そして、第2の多重分離回路102が、受け取った16並列データを、さらに128並列データ(19Mb i t / s)に多重分離する。

128並列データを受け取った第1の速度変換回路103では、そのデータに
5 冗長データ領域を付加することで冗長128並列データ(21Mb i t / s)を生成する。OH挿入回路104では、冗長128並列データに対して、光伝送システムの保守/運用に必要なオーバーヘッド情報(たとえば、フレーム同期情報等)を挿入する。そして、RS(255, 239)符号化回路105では、OH挿入回路104出力に対して誤り訂正符号化を実施する。

10 第1の多重化回路106では、受け取った誤り訂正符号化後のデータを16並列データ(167Mb i t / s)に多重化し、さらに、第2の多重化回路107では、受け取った16並列データからFECフレーム(2.66Gb i t / s)を生成する。

一方、FECフレームを受け取ったFEC多重分離装置の第3の多重分離回路
15 111では、そのフレームを16並列データ(167Mb i t / s)に多重分離し、さらに、第4の多重分離回路112では、受け取った16並列データをさらに128並列データ(21Mb i t / s)に多重分離する。

フレーム同期回路113では、受け取った128並列データ内のOHに格納されたフレーム同期情報から、FECフレームの先頭位置を検出する。そして、
20 RS(255, 239)復号回路114では、FECフレーム内のデータの誤りを検出し、それをもとの正しいデータに訂正する。

OH分離回路115では、訂正後のデータからOHを分離し、第2の速度変換回路116では、冗長領域を削除して128並列データ(19Mb i t / s)を生成する。第3の多重化回路117では、受け取った128並列データを16並
25 列データ(156Mb i t / s)に多重化し、さらに、第4の多重化回路118では、受け取った16並列データからもとのSTM-16データ(2.5Gb i t / s)を復調する。

第8図は、上記FEC多重化装置が生成するFECフレームの構成を示す図である。FECフレームは、1列のOH情報、238列のSTM-16データ、16列のRS冗長データ、を含むサブフレーム1～128で構成され、たとえば、8サブフレーム単位に誤り訂正符号化が実施される。具体的にいうと、サブフレーム1～8では、OH情報およびSTM-16データに対して誤り訂正符号の演算が行われ、R0-0～R0-15には、RS(255、239)冗長データが格納される(第8図(a)参照)。そして、FECフレームは、サブフレーム1～128を順次多重化することにより生成される(第8図(b)参照)。ただし、図中FECフレームのf(整数)は、RS符号の多重化数を示しており、ここでは、f=16の場合を示している。

なお、上記FECフレームでは、もとのSTM-16データの速度と比較して、伝送速度が $15/14$ ($255/238$)に上昇するため、伝送速度が2.69 Gbit/sとなる。

このように、従来の光伝送システムにおいては、上記のようにFECフレームを構成することでビット誤りを訂正することができるため、たとえば、光SNRの劣化する光伝送システムにおいても、高品質なサービスを提供することができる。なお、一般的に、第8図に示すRS(255、239)符号を、たとえば、誤り訂正符号長を短縮したRS(127、111)符号とすることにより、すなわち、STM-16データを238列から110列(任意の237列以下の整数)として情報データに対する冗長情報の比率を上昇させることにより、誤り訂正能力をさらに向上させることができる。

しかしながら、上記、従来の光伝送システムにおいては、以下に示す問題点があった。たとえば、従来の光伝送システムは、伝送距離を長くしていくと、あるいは、波長多重システムにおいて波長数を増加させていくと、少しずつ光SNRが劣化してしまうため、誤り訂正符号の符号長を短縮することで、誤り訂正能力をある程度維持する。一方、誤り訂正符号の符号長を短縮した場合には、情報データに対する冗長情報の比率が上昇するため、伴って伝送速度が上昇することと

なる。たとえば、STM-16データの速度が2.5 Gbit/sの場合、RS(127、111)符号化後のFECフレームの伝送速度は、127/110倍の2.89 Gbit/sとなる。

そのため、従来の光伝送システムにおいては、誤り訂正符号の符号長を短縮して誤り訂正能力の維持を図った場合でも、速度の増加により光伝送特性の劣化量が大きくなるため、所望の品質の長距離/大容量光伝送システムを構築できない、という問題点があった。

従って、本発明は、速度の増加により光伝送特性の劣化量が増加した場合においても、誤り訂正能力を向上させることが可能な光伝送システム、および該光伝送システムを構成するFEC多重化装置、FEC多重分離装置、ならびにその誤り訂正方法を提供することを目的としている。

発明の開示

本発明にかかる光伝送システムにあつては、FECフレームを生成/出力するFEC生成部（後述する実施の形態のFEC多重化回路2に相当）と、受け取ったFECフレームを用いて誤り訂正を行う誤り訂正部（FEC多重分離回路6に相当）と、を備え、前記FEC生成部が、情報データを多重分離することで生成された第1の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出し手段（第1のメモリ回路15に相当）と、前記読み出されたデータに対して第1の誤り訂正符号化を実施することで、第1の誤り訂正符号を生成する第1の符号化手段（第1のRS符号化回路16に相当）と、前記第1の誤り訂正符号を順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出し手段（第2のメモリ回路17に相当）と、前記読み出されたデータに対して第2の誤り訂正符号化を実施することで、第2の誤り訂正符号を生成する第2の符号化手段（第2のRS符号化回路18に相当）と、前記第2の誤り訂正符号を多重化してFECフレームを生成するフレーム生成手段（第1の多重化回路19、第2の多重化回路20に相当

）と、を備え、前記誤り訂正部が、前記FECフレームを多重分離することで生成された第2の並列データに対して、第1の復号処理による誤り訂正を実施する第1の誤り訂正手段（第1のRS復号回路41に相当）と、前記第1の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第3の読み出し手段（第3のメモリ回路42に相当）と、
5 前記読み出された並列データに対して、第2の復号処理による誤り訂正を実施する第2の誤り訂正手段（第2のRS復号回路43に相当）と、前記第2の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第4の読み出し手段（第4のメモリ回路44に相当）と、前記読み出された並列データを多重化してもとの情報データを再生する情報データ再生手段
10 （第3の多重化回路37、第4の多重化回路38に相当）と、を備えることを特徴とする。

つぎの発明にかかる光伝送システムにあつては、前記第1の誤り訂正手段、前記第3の読み出し手段、前記第2の誤り訂正手段、および前記第4の読み出し手段の組み合わせ（誤り訂正部34a, ..., 34bに相当）を、複数段にわたって
15 従属接続することを特徴とする。

つぎの発明にかかるFEC多重化装置にあつては、光伝送システムの送信側として動作し、情報データを多重分離することで生成された並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す
20 第1の読み出し手段と、前記読み出されたデータに対して第1の誤り訂正符号化を実施することで、第1の誤り訂正符号を生成する第1の符号化手段と、前記第1の誤り訂正符号を順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出し手段と、前記読み出されたデータに対して第2の誤り訂正符号化を実施することで、第2の誤り訂正符号を生成する第2の符号化手段
25 と、前記第2の誤り訂正符号を多重化してFECフレームを生成するフレーム生成手段と、を備えることを特徴とする。

つぎの発明にかかるFEC多重分離装置にあつては、伝送システムの受信側と

- して動作し、F E Cフレームを多重分離することで生成された並列データに対して、第1の復号処理による誤り訂正を実施する第1の誤り訂正手段と、前記第1の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出し手段と、前記読み出された並列データに対して、第2の復号処理による誤り訂正を実施する第2の誤り訂正手段と、前記第2の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出し手段と、前記読み出された並列データを多重化してもとの情報データを再生する情報データ再生手段と、を備えることを特徴とする。
- 10 つぎの発明にかかるF E C多重分離装置にあつては、前記第1の誤り訂正手段、前記第1の読み出し手段、前記第2の誤り訂正手段、および前記第2の読み出し手段の組み合わせを、複数段にわたって従属接続することを特徴とする。
- 15 つぎの発明にかかる誤り訂正方法にあつては、F E Cフレームを生成／出力するF E C生成ステップと、受け取ったF E Cフレームを用いて誤り訂正を行う誤り訂正ステップと、を含み、前記F E C生成ステップにあつては、情報データを多重分離し、該分離後の情報データにO H（オーバーヘッド）データ領域と第1および第2の冗長データ領域とを付加し、さらに、所定のO H情報を前記O Hデータ領域に挿入することで、第1の並列データを生成する第1の並列データ生成ステップと、前記第1の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出しステップと、前記読み出されたデータに対して第1の誤り訂正符号化を実施し、かつその冗長情報を前記第1の冗長データ領域に格納することで、第1の誤り訂正符号を生成する第1の符号化ステップと、前記第1の誤り訂正符号を順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出しステップと、前記読み出されたデータに対して第2の誤り訂正符号化を実施し、かつその冗長情報を前記第2の冗長データ領域に格納することで、第2の誤り訂正符号を生成する第2の符号化ステップと、前記第2の誤り訂正符号を多重化してF E Cフレームを生

成するフレーム生成ステップと、を含み、前記誤り訂正ステップにあつては、前記FECフレームを多重分離し、該分離後のフレーム同期を確立することで、第2の並列データを生成する第2の並列データ生成ステップと、前記第2の並列データに対して第1の復号処理による誤り訂正を行う第1の誤り訂正ステップと、前記誤り訂正後の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第3の読み出しステップと、前記読み出された並列データに対して第2の復号処理による誤り訂正を行う第2の誤り訂正ステップと、前記誤り訂正後の並列データを順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第4の読み出しステップと、前記読み出された並列データから前記オーバーヘッド情報を分離し、かつ前記OHデータ領域および各冗長データ領域を削除後、その並列データを多重化してもとの情報データを再生する情報データ再生ステップと、を含むことを特徴とする。

つぎの発明にかかる誤り訂正方法において、さらに、前記誤り訂正ステップにあつては、前記第1の誤り訂正ステップ、前記第3の読み出しステップ、前記第2の誤り訂正ステップ、および前記第4の読み出しステップによる処理の組み合わせを、複数回にわたって実施することを特徴とする。

図面の簡単な説明

第1図は、本発明にかかる光伝送システムの構成を示す図であり、第2図は、光伝送システム内のFEC多重化回路およびFEC多重分離回路の構成を示す図であり、第3図は、FEC多重化回路およびFEC多重分離回路間で伝送されるFECフレームの概念を示す図であり、第4図は、第1の誤り訂正符号および第2の誤り訂正符号の処理方向を示す図であり、第5図は、FECフレームの構成例を示す図であり、第6図は、光伝送システム内のFEC多重化回路およびFEC多重分離回路の構成を示す図であり、第7図は、従来のFEC多重化装置およびFEC多重分離装置の構成を示す図であり、第8図は、従来のFEC多重化装置が生成するFECフレームの構成を示す図である。

発明を実施するための最良の形態

以下に、本発明にかかる光伝送システムの実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。

5 実施の形態 1.

第1図は、本発明にかかる光伝送システムの構成を示す図である。第1図において、1は第1の光受信部であり、2は本発明にかかるFEC多重化回路であり、3は第1の光送信部であり、4は光伝送路であり、5は第2の光受信部であり、6は本発明にかかるFEC多重分離回路であり、7は第2の光送信部である。

10 上記のように構成される光伝送システムにおいては、第1の光受信部1が、STM-16光信号を受け取り、その光信号を電気信号に変換してFEC多重化回路2に対して出力する。FEC多重化回路2では、受け取った第1の光受信部1からの電気信号を多重分離し、OH情報の挿入およびFEC符号化等の処理を行った後、再び多重化を行い、FECフレームを生成する。そして、そのFECフ
15 レームを第1の光送信部3に対して出力する。第1の光送信部3では、受け取ったFECフレームを光信号に変換し、その光信号を光ファイバからなる光伝送路4へ送出する。

光伝送路4を介して光信号を受け取った第2の光受信部5では、その光信号を電気信号のFECフレームに変換し、変換後のFECフレームをFEC多重分離
20 回路6に対して出力する。FEC多重分離回路6では、受け取ったFECフレームを多重分離し、FECフレームのフレーム同期、FEC復号、およびOHの分離等の処理を行った後、再び多重化を行い、もとのSTM-16電気信号を生成（復調）する。そして、そのSTM-16電気信号を第2の光送信部7に対して出力する。第2の光送信部7では、受け取った電気信号を光信号に変換し、その
25 STM-16光信号を出力する。

なお、光伝送路4においては、光信号の長距離大容量伝送に起因して光SNRが劣化するため、第2の光受信部5にて電気信号に変換されたFECフレームに

は多数のビット誤りが生じており、このビット誤りが、F E C多重分離回路6で訂正される。これにより、第2の光送信部7にて光信号に変換されたS T M-16光信号のビット誤り率を大幅に向上されることができ、所定の品質の通信サービスを提供することが可能となる。

- 5 第2図は、上記光伝送システム内のF E C多重化回路2（（a）参照）およびF E C多重分離回路6（（b）参照）の構成を示す図である。第2図（a）において、11は第1の多重分離回路であり、12は第2の多重分離回路であり、13は第1の速度変換回路であり、14はO H挿入回路であり、15は第1のメモリ回路であり、16は第1のR S（240，224）符号化回路であり、17は
10 第2のメモリ回路であり、18は第2のR S（240，224）符号化回路であり、19は第1の多重化回路であり、20は第2の多重化回路である。また、第2図（b）において、31は第3の多重分離回路であり、32は第4の多重分離回路であり、33はフレーム同期回路であり、34は誤り訂正部であり、35はO H分離回路であり、36は第2の速度変換回路であり、37は第3の多重化回路であり、38は第4の多重化回路であり、41は第1のR S（240，224）
15 復号回路であり、42は第3のメモリ回路であり、43は第2のR S（240，224）復号回路であり、44は第4のメモリ回路である。

- ここで、本発明にかかるF E C多重化回路2およびF E C多重分離回路6の動作を図面にしたがって詳細に説明する。第1図に示すF E C多重化回路2において、まず、第1の多重分離回路11では、第1の光受信部1から受け取ったS T M-16データ（2.5 G b i t / s）を多重分離して、16並列データ（156 M b i t / s）を生成し、生成した16並列データを第2の多重分離回路12
20 に対して出力する。第2の多重分離回路12では、受け取った16並列データ（156 M b i t / s）をさらに128並列データ（19 M b i t / s）に多重分離して、その128並列データを第1の速度変換回路13に対して出力する。
25

第1の速度変換回路13では、受け取った128並列データ（19 M b i t / s）にO Hデータ領域および冗長データ領域を付加して128並列データ（22

Mb i t / s) を生成し、その128並列データをOH挿入回路14に対して出力する。OH挿入回路14では、光伝送システムの保守／運用に必要なオーバーヘッド情報(たとえば、フレーム同期情報等)を、受け取った128並列データ内のOHデータ領域に挿入する。

- 5 第1のメモリ回路15では、オーバーヘッド情報が挿入された128並列データ(22Mb i t / s)の順序を並べ替えて読み出し、並べ替え実施後の128並列データを第1のRS(240, 224)符号化回路16に対して出力する。第1のRS(240, 224)符号化回路16では、受け取った並べ替え実施後の128並列データに対してRS(240, 224)誤り訂正符号化を行い、その
- 10 冗長情報を冗長データ領域に格納し、符号化後の128並列データを第2のメモリ回路17に対して出力する。

- 第2のメモリ回路17では、第1のメモリ回路15にて並べ替えられた128並列データ(22Mb i t / s)を、再びもとの順序に並べ替えて読み出し、その並列データを第2のRS(240, 224)符号化回路18に対して出力する。
- 15 第2のRS(240, 224)符号化回路18では、もとの順序に並べ替えられた128並列データに対してRS(240, 224)誤り訂正符号化を行い、その冗長情報を冗長データ領域に格納し、符号化後の128並列データを第1の多重化回路19に対して出力する。

- 第1の多重化回路19では、受け取った128並列データ(22Mb i t / s
- 20)を多重化して16並列データ(179Mb i t / s)を生成し、その16並列データを第2の多重化回路20に対して出力する、そして、第2の多重化回路20では、受け取った16並列データをさらに多重化して、2.86Gb i t / sのFECフレームを生成／出力する。

- 一方、第1図に示すFEC多重分離回路6において、光伝送路4を介してFEC
- 25 Cフレームを受け取った第3の多重分離回路31では、そのFECフレームを多重分離して16並列データ(179Mb i t / s)を生成し、その16並列データを第4の多重分離回路32に対して出力する。第4の多重分離回路32では、

受け取った16並列データをさらに多重分離して128並列データ(22Mbit/s)を生成し、その128並列データをフレーム同期回路33に対して出力する。

5 フレーム同期回路33では、受け取った128並列データ内のOHデータ領域に格納されたフレーム同期パターンを検定し、FECフレームの先頭位置を検出するとともに、さらにマルチフレーム同期を確立する。

第1のRS(240, 224)復号回路41では、フレーム同期確立後の128並列データに対してRS(240, 224)符号による復号処理を行い、ここでビット誤りを訂正し、訂正後の128並列データを第3のメモリ回路42に対して出力する。第3のメモリ回路42では、受け取った128並列データ(22Mbit/s)の順序を並べ替えて読み出し、並べ替え後の128並列データを第2のRS(240, 224)復号回路43に対して出力する。

第1のRS(240, 224)復号回路43では、並べ替え後の128並列データに対してRS(240, 224)符号による復号処理を行い、ここでさらにビット誤りを訂正し、再訂正後の128並列データを第4のメモリ回路44に対して出力する。第4のメモリ回路44では、第3のメモリ回路42にて並べ替えられた128並列データ(22Mbit/s)を、再びもとの順序に並べ替えて読み出す。そして、もとの順序に並べ替えた後の128並列データをOH分離回路35に対して出力する。

20 OH分離回路35では、受け取った128並列データからOHを分離し、分離後の128並列データを第2の速度変換回路36に対して出力する。第2の速度変換回路36では、受け取った128並列データ(22Mbit/s)からOHデータ領域および冗長データ領域を削除して、128並列データ(19Mbit/s)を生成し、その128並列データを第3の多重化回路37に対して出力する。第3の多重化回路37では、受け取った128並列データ(19Mbit/s)を多重化して16並列データ(156Mbit/s)を生成し、その16並列データを第4の多重化回路38に対して出力する。最後に、第4の多重化回路

38では、受け取った16並列データをさらに多重化して、もとの2.5 Gbit/sのSTM-16データを生成/出力する。

第3図は、FEC多重化回路2およびFEC多重分離回路6間で伝送されるFECフレームの概念を示す図である。このFECフレームは、フレーム#1からフレーム#15のマルチフレーム構成が取られている。ここでは、第1のRS符号化回路16および第2のRS復号回路43が、第1の誤り訂正符号により、フレーム#1からフレーム#15にわたる処理を行い、さらに、それらの処理における冗長データをフレーム#15に格納する。また、第2のRS符号化回路18および第1のRS復号回路41が、第2の誤り訂正符号により、それぞれフレーム単位に処理を行い、さらに、それらの処理における冗長データを各々のフレームの末尾に格納する。

なお、第4図は、上記第1の誤り訂正符号および第2の誤り訂正符号の処理方向を示す図である。本実施の形態においては、図示のように、第1の誤り訂正符号と第2の誤り訂正符号の処理方向を変えており、たとえば、バースト的なビット誤りを分散させることで、誤り訂正能力の向上を図っている。

ここで、FECフレームを用いた誤り訂正方法を具体的に説明する。第5図は、第3図および第4図に示したFECフレームの構成例を示す図である。第5図(a)は、OH挿入回路14から出力される128並列データ(22 Mbit/s)の各フレーム(#1~#14)の構成を示す図である。ここでは、たとえば、第1の速度変換回路13において付加されたOHデータ領域にOHデータ: OH1~16が格納され、各サブサブフレームは、OHデータ1列、STM-16データ223列、および第2のRS(240, 224)冗長データ領域16列で構成されている。また、第5図(b)は、OH挿入回路14から出力される128並列データ(22 Mbit/s)のフレーム#15の構成を示す図である。このフレームは、第1および第2のRS(240, 224)冗長データ領域で構成されている。また、第5図(c)は、FECフレームの生成方法を示す図である。

まず、第1のメモリ回路15では、メモリに順次格納されたOH挿入後の12

8 並列データ (22 Mbit/s) を、フレーム # 1 の 1 列目、フレーム # 2 の 1 列目、…、フレーム # 15 の 1 列目、フレーム # 1 の 2 列目、フレーム # 2 の 2 列目、…、フレーム # 15 の 2 列目、…、フレーム # 1 の 224 列目、フレーム # 2 の 224 列目、…、フレーム # 15 の 224 列目の順序で読み出す。そして、第 1 の RS 符号化回路 16 では、フレーム # 1 の 1 列目、フレーム # 2 の 1 列目、…、フレーム # 15 の 1 列目に対して RS 符号化を行い、その冗長データをフレーム # 15 の 1 列目に格納する。以降、同様に、各 2 列目～224 列目まで、列単位に RS 符号化を行い、その冗長データをフレーム # 15 の対応する列にそれぞれ格納する。これにより、第 1 の RS (240, 224) 符号 0～223 (第 1 の RS 符号化回路 16 出力の 128 並列データ) が生成され、それらが第 2 のメモリ回路 17 に順次格納される。

つぎに、第 2 のメモリ回路 17 では、フレーム # 1～フレーム # 14 を再びもとの順序で読み出し、読み出したフレームを第 2 の RS 符号化回路 18 に対して出力する。第 2 の RS 符号化回路 18 では、読み出されたフレーム # 1～# 14 に対して、OH データ、および STM-16 データを情報データとして、8 サブフレーム単位に RS 符号化を行う。そして、その符号化後の冗長データを第 2 の RS (240, 224) 冗長データ領域にそれぞれ格納し、第 2 の RS 符号 0～15 を構成する。同様に、フレーム # 15 に対しては、第 1 の RS (240, 224) 冗長データを情報データとして、8 サブフレーム単位に RS 符号化を行う。そして、その符号化後の冗長データを第 2 の RS (240, 224) 冗長データ領域にそれぞれ格納する。これにより、第 2 の RS 符号 0～15 (第 2 の RS 符号化回路 18 出力の 128 並列データ) が生成され、それらが順次出力される。

最後に、第 2 の RS 符号化回路 18 から出力された 128 並列データ (22 Mbit/s) は、第 1 の多重化回路 19 および第 2 の多重化回路 20 において多重化され、第 2 の多重化回路 20 では、その多重化結果として 2.86 Gbit/s の FEC フレームを生成/出力する。なお、図示の f (自然数) は、RS (240, 224) 符号 0～15 の多重化数を示している。したがって、本実施の

形態においては、 $f = 16$ の場合を示していることとなる。また、本実施の形態における FEC フレームにおいては、伝送速度が、もとの STM-16 データと比較して $(240, 224) \times (15/14)$ 倍に上昇し (OH データ領域分と冗長データ領域分に相当)、 2.86 Gbit/s となる。

- 5 一方、FEC フレームを受け取った FEC 多重分離回路 6 の第 1 の RS (240, 224) 復号回路 41 では、 128 並列データ (22 Mbit/s) に対して 8 サブフレーム単位に、RS (240, 224) 復号演算を行い、各符号内のビット誤りを訂正する。しかしながら、訂正性能を越える多数のビット誤りが発生した場合、この復号演算だけでは、第 1 の RS 復号回路 41 の出力データにビット誤りが残留する。
- 10 ところで、本実施の形態においては、第 2 の RS 復号回路 43 が、第 1 の RS 復号回路 41 の復号結果である 128 並列データ (22 Mbit/s) に対して、さらに、フレーム #1 ~ #15 の列単位に、RS 復号演算を行い、各符号内に残留したビット誤りをも訂正する。なお、本実施の形態における第 1 の RS 符号 0 ~ 223 と第 2 の RS 符号 0 ~ 15 とでは、前述のように、各符号間の情報データが並べ替えて読み出されているため、ビットの誤りが各符号間で分散し、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能となっている。

- 15 このように、本実施の形態においては、FEC フレームがマルチフレーム構成を採用し、2 方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正符号化を行っているため、1 方向のデータに対して誤り訂正符号化を行う従来技術と比較して、パースト的なビットの誤りを分散させることができるようになり、これにより、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能となる。また、前述のように誤り訂正能力の向上を実現できるため、伝送速度が 2.5 Gbit/s から 2.86 Gbit/s に上昇した場合においても、従来技術と比較して光伝送特性の劣化量を小さく抑えることができ、これにより、長距離かつ大容量の光伝送システムを構築することが可能となる。

- 20 このように、本実施の形態においては、FEC フレームがマルチフレーム構成を採用し、2 方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正符号化を行っているため、1 方向のデータに対して誤り訂正符号化を行う従来技術と比較して、パースト的なビットの誤りを分散させることができるようになり、これにより、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能となる。また、前述のように誤り訂正能力の向上を実現できるため、伝送速度が 2.5 Gbit/s から 2.86 Gbit/s に上昇した場合においても、従来技術と比較して光伝送特性の劣化量を小さく抑えることができ、これにより、長距離かつ大容量の光伝送システムを構築することが可能となる。
- 25 また、本実施の形態においては、第 1 の RS (240, 224) 符号化回路 1

6の前段に第1のメモリ回路15を配置し、さらに、第2のRS(240, 224)符号化回路18の前段に第2のメモリ回路17を配置しているため、STM-16データの順序を替えずにFECフレームを伝送できる。

- なお、本実施の形態では、第1の誤り訂正符号としてRS(240, 224)符号を用い、第2の誤り訂正符号としてRS(240, 224)符号を用いた場合について説明したが、これに限らず、たとえば、前者のRS符号の符号長を p_1 、情報データ長を q_1 、後者のRS符号の符号長を p_2 、情報データ長を q_2 とし、さらに、多重化数を f 、マルチフレーム数を m_f とし、前記第1の誤り訂正符号および第2の誤り訂正符号を、それぞれRS(p_1, q_1)符号およびRS(p_2, q_2)符号(ただし、 $p_2 = k_1$ (整数) $\times m_f$ 、 $q_2 = k_2$ (整数) $\times f$ 、 k_1)と表現することとしてもよい。

また、本実施の形態においては、OHを各サブフレームに1ビットとした場合について説明したが、これに限らず、たとえば、各サブフレームに2ビット以上のOHを設けることとしてもよい。

15 実施の形態2.

- 第6図は、前述した光伝送システム(第1図参照)内のFEC多重化回路2((a)参照)およびFEC多重分離回路6((b)参照)の構成を示す図である。第6図において、34a, ..., 34bは複数の誤り訂正部であり、本実施の形態においては、前述のFEC多重分離回路6内の誤り訂正部34を、複数にわたって従属接続した場合の例を示している。なお、前述の実施の形態1と同様の構成については、同一の符号を付してその説明を省略する。

- 本実施の形態においては、誤り訂正部による処理を複数回にわたって繰り返すため、前述の実施の形態1と比較して、さらに、大幅に誤り訂正能力を向上させることができる。また、本実施の形態においては、FECフレームの構成を変更することなく、かつ、誤り訂正部を従属接続すること以外にハードウェア構成を変更することなく、容易に、長距離/大容量の光伝送システムを構築することが可能となる。

なお、本実施の形態においても、実施の形態 1 と同様に、第 1 の誤り訂正符号および第 2 の誤り訂正符号を、それぞれ $RS(p_1, q_1)$ 符号および $RS(p_2, q_2)$ 符号（ただし、 $p_2 = k_1$ （整数） $\times m_f$ 、 $q_2 = k_2$ （整数） $\times f$ 、 k_1 ）と表現できる。また、実施の形態 1 と同様に、各サブフレームに 2 ビット以上の OH を設けることとしてもよい。

以上、説明したとおり、本発明によれば、FEC フレームがマルチフレーム構成を採用し、2 方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正符号化を行っているため、1 方向のデータに対して誤り訂正符号化を行う従来技術と比較して、パースト的なビットの誤りを分散させることができるようになり、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能な光伝送システムを得ることができる、という効果を奏する。また、誤り訂正能力の向上を実現できるため、伝送速度が上昇した場合においても、従来技術と比較して光伝送特性の劣化量を小さく抑えることができ、長距離伝送かつ大容量伝送を実現可能な光伝送システムを得ることができる、という効果を奏する。また、第 1 の符号化手段の前段に第 1 の読み出し手段を配置し、さらに、第 2 の符号化手段の前段に第 2 の読み出し手段を配置しているため、情報データの順序を替えずに FEC フレームを伝送可能な光伝送システムを得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、第 1 の誤り訂正手段、第 3 の読み出し手段、第 2 の誤り訂正手段、および第 4 の読み出し手段による処理を複数回にわたって繰り返すため、さらに、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能な光伝送システムを得ることができる、という効果を奏する。また、FEC フレームの構成を変更することなく、かつ、上記各手段を従属接続すること以外にハードウェア構成を変更することなく、容易に、長距離／大容量の光伝送システムを構築することが可能な光伝送システムを得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、FEC フレームがマルチフレーム構成を採用し、2 方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正符号化を行っているため、1 方向のデータに対して誤り訂正符号化を行う従来技術と比較して、パースト的なビットの誤

りを分散させることができるようになり、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能なF E C多重化装置を得ることができる、という効果を奏する。また、第1の符号化手段の前段に第1の読み出し手段を配置し、さらに、第2の符号化手段の前段に第2の読み出し手段を配置しているため、情報データの順序を替えず
5 にF E Cフレームを伝送可能なF E C多重化装置を得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、F E Cフレームがマルチフレーム構成を採用し、2方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正を行っているため、1方向のデータに対して誤り訂正を行う従来技術と比較して、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能なF E C多重分離装置を得ることができる、という効果を奏する。また、
10 誤り訂正能力の向上を実現できるため、伝送速度が上昇した場合においても、従来技術と比較して光伝送特性の劣化量を小さく抑えることができ、長距離かつ大容量の光伝送システムを構築することが可能なF E C多重分離装置を得ることができる、という効果を奏する。

15 つぎの発明によれば、第1の誤り訂正手段、第1の読み出し手段、第2の誤り訂正手段、および第2の読み出し手段による処理を複数回にわたって繰り返すため、さらに、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能なF E C多重分離装置を得ることができる、という効果を奏する。また、F E Cフレームの構成を変更することなく、かつ、上記各手段を従属接続すること以外にハードウェア構成を
20 変更することなく、容易に、長距離／大容量の光伝送システムを構築することが可能なF E C多重分離装置を得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、F E Cフレームがマルチフレーム構成を採用し、2方向の異なるデータの組み合わせで誤り訂正符号化を行っているため、1方向のデータに対して誤り訂正符号化を行う従来技術と比較して、バースト的なビットの誤り
25 を分散させることができるようになり、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能な誤り訂正方法を得ることができる、という効果を奏する。

つぎの発明によれば、第1の誤り訂正ステップ、第3の読み出しステップ、第

2の誤り訂正ステップ、および第4の読み出しステップによる処理を複数回にわたって繰り返すため、さらに、大幅に誤り訂正能力を向上させることが可能な誤り訂正方法を得ることができる、という効果を奏する。

5 産業上の利用可能性

以上のように、本発明にかかる光伝送システム、FEC多重化装置、FEC多重分離装置、および誤り訂正方法は、FEC (Forward Error Correction) によりビット誤りを訂正する光伝送システムに有用であり、速度の増加により光伝送特性の劣化量が増加した場合においても、誤り訂正能力を向上させるのに適して

10 いる。

請 求 の 範 囲

1. FECフレームを生成／出力するFEC生成部と、受け取ったFECフレームを用いて誤り訂正を行う誤り訂正部と、を備えた光伝送システムにおいて、
- 5 前記FEC生成部が、
- 情報データを多重分離することで生成された第1の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出し手段と、
- 前記読み出されたデータに対して第1の誤り訂正符号化を実施することで、第
- 10 1の誤り訂正符号を生成する第1の符号化手段と、
- 前記第1の誤り訂正符号を順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出し手段と、
- 前記読み出されたデータに対して第2の誤り訂正符号化を実施することで、第
- 2の誤り訂正符号を生成する第2の符号化手段と、
- 15 前記第2の誤り訂正符号を多重化してFECフレームを生成するフレーム生成手段と、
- を備え、
- 前記誤り訂正部が、
- 前記FECフレームを多重分離することで生成された第2の並列データに対し
- 20 て、第1の復号処理による誤り訂正を実施する第1の誤り訂正手段と、
- 前記第1の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第3の読み出し手段と、
- 前記読み出された並列データに対して、第2の復号処理による誤り訂正を実施する第2の誤り訂正手段と、
- 25 前記第2の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第4の読み出し手段と、
- 前記読み出された並列データを多重化してもとの情報データを再生する情報デ

ータ再生手段と、

を備えることを特徴とする光伝送システム。

2. 前記第1の誤り訂正手段、前記第3の読み出し手段、前記第2の誤り訂正
5 手段、および前記第4の読み出し手段の組み合わせを、複数段にわたって従属接
続することを特徴とする請求の範囲第1項に記載の光伝送システム。

3. 光伝送システムの送信側として動作するFEC多重化装置において、
情報データを多重分離することで生成された並列データを順に格納し、その後、
10 該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出
し手段と、

前記読み出されたデータに対して第1の誤り訂正符号化を実施することで、第
1の誤り訂正符号を生成する第1の符号化手段と、

前記第1の誤り訂正符号を順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に
15 並べ替えて読み出す第2の読み出し手段と、

前記読み出されたデータに対して第2の誤り訂正符号化を実施することで、第
2の誤り訂正符号を生成する第2の符号化手段と、

前記第2の誤り訂正符号を多重化してFECフレームを生成するフレーム生成
手段と、

20 を備えることを特徴とするFEC多重化装置。

4. 伝送システムの受信側として動作するFEC多重分離装置において、

FECフレームを多重分離することで生成された並列データに対して、第1の
復号処理による誤り訂正を実施する第1の誤り訂正手段と、

25 前記第1の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一
定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出し手段と、

前記読み出された並列データに対して、第2の復号処理による誤り訂正を実施

する第2の誤り訂正手段と、

前記第2の復号処理後の並列データを順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出し手段と、

前記読み出された並列データを多重化してもとの情報データを再生する情報データ再生手段と、

を備えることを特徴とするFEC多重分離装置。

5. 前記第1の誤り訂正手段、前記第1の読み出し手段、前記第2の誤り訂正手段、および前記第2の読み出し手段の組み合わせを、複数段にわたって従属接続することを特徴とする請求の範囲第4項に記載のFEC多重分離装置。

6. FECフレームを生成／出力するFEC生成ステップと、受け取ったFECフレームを用いて誤り訂正を行う誤り訂正ステップと、を含む誤り訂正方法において、

15 前記FEC生成ステップにあつては、

情報データを多重分離し、該分離後の情報データにOH（オーバーヘッド）データ領域と第1および第2の冗長データ領域とを付加し、さらに、所定のOH情報を前記OHデータ領域に挿入することで、第1の並列データを生成する第1の並列データ生成ステップと、

20 前記第1の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第1の読み出しステップと、

前記読み出されたデータに対して第1の誤り訂正符号化を実施し、かつその冗長情報を前記第1の冗長データ領域に格納することで、第1の誤り訂正符号を生成する第1の符号化ステップと、

25 前記第1の誤り訂正符号を順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第2の読み出しステップと、

前記読み出されたデータに対して第2の誤り訂正符号化を実施し、かつその冗

長情報を前記第2の冗長データ領域に格納することで、第2の誤り訂正符号を生成する第2の符号化ステップと、

前記第2の誤り訂正符号を多重化してFECフレームを生成するフレーム生成ステップと、

5 を含み、

前記誤り訂正ステップにあつては、

前記FECフレームを多重分離し、該分離後のフレーム同期を確立することで、第2の並列データを生成する第2の並列データ生成ステップと、

10 前記第2の並列データに対して第1の復号処理による誤り訂正を行う第1の誤り訂正ステップと、

前記誤り訂正後の並列データを順に格納し、その後、該格納データを一定の基準にしたがって順序を並べ替えて読み出す第3の読み出しステップと、

前記読み出された並列データに対して第2の復号処理による誤り訂正を行う第2の誤り訂正ステップと、

15 前記誤り訂正後の並列データを順に格納し、その後、該格納データをもとの順序に並べ替えて読み出す第4の読み出しステップと、

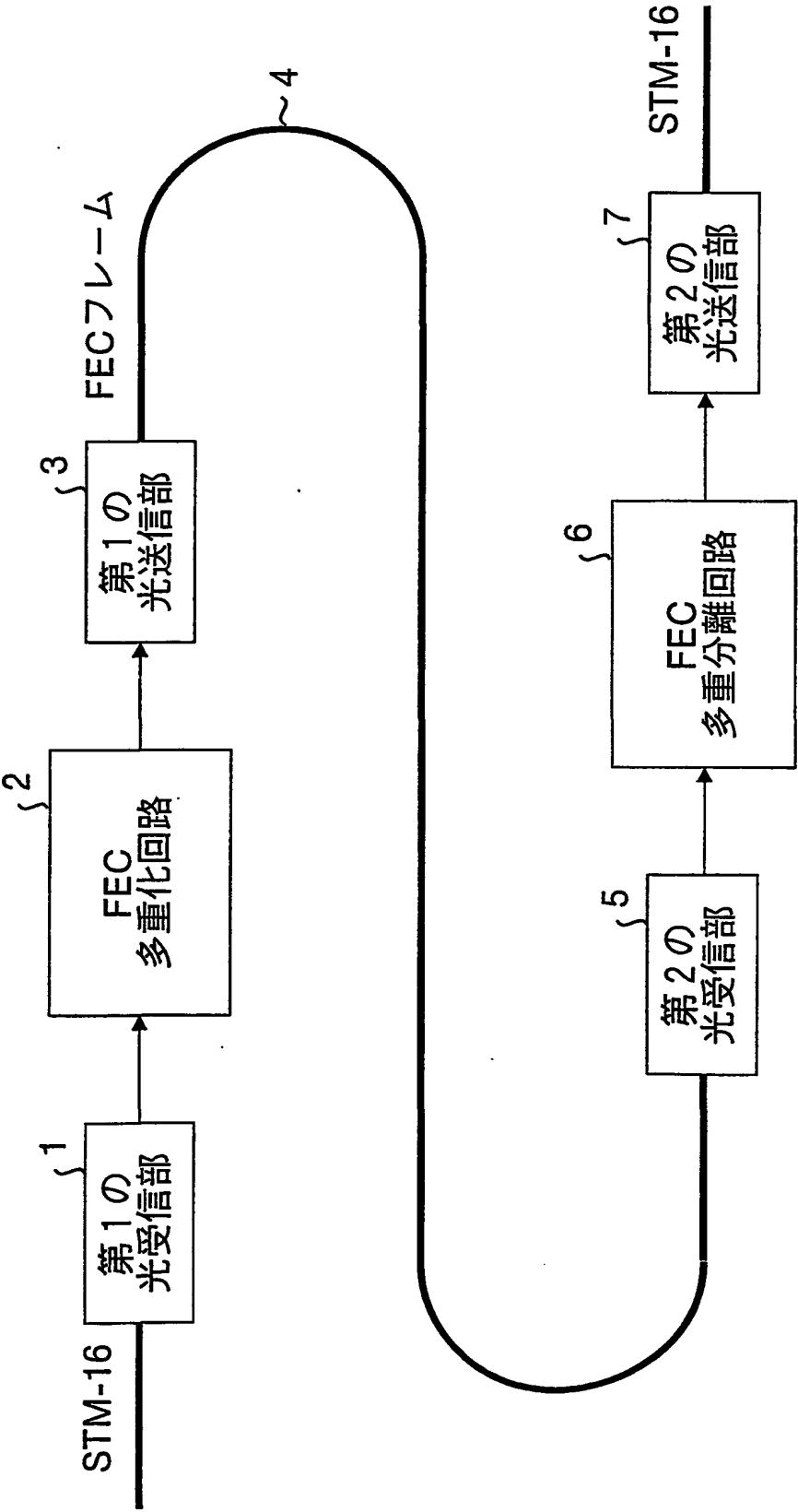
前記読み出された並列データから前記オーバーヘッド情報を分離し、かつ前記OHデータ領域および各冗長データ領域を削除後、その並列データを多重化してもとの情報データを再生する情報データ再生ステップと、

20 を含むことを特徴とする誤り訂正方法。

7. さらに、前記誤り訂正ステップにあつては、

前記第1の誤り訂正ステップ、前記第3の読み出しステップ、前記第2の誤り訂正ステップ、および前記第4の読み出しステップによる処理の組み合わせを、
25 複数回にわたって実施することを特徴とする請求の範囲第6項に記載の誤り訂正方法。

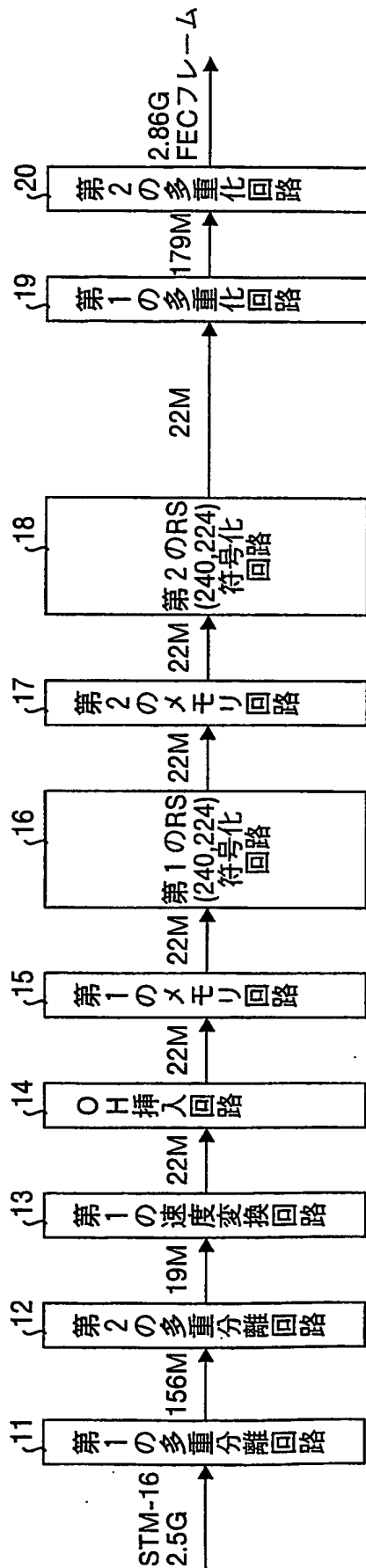
第1図



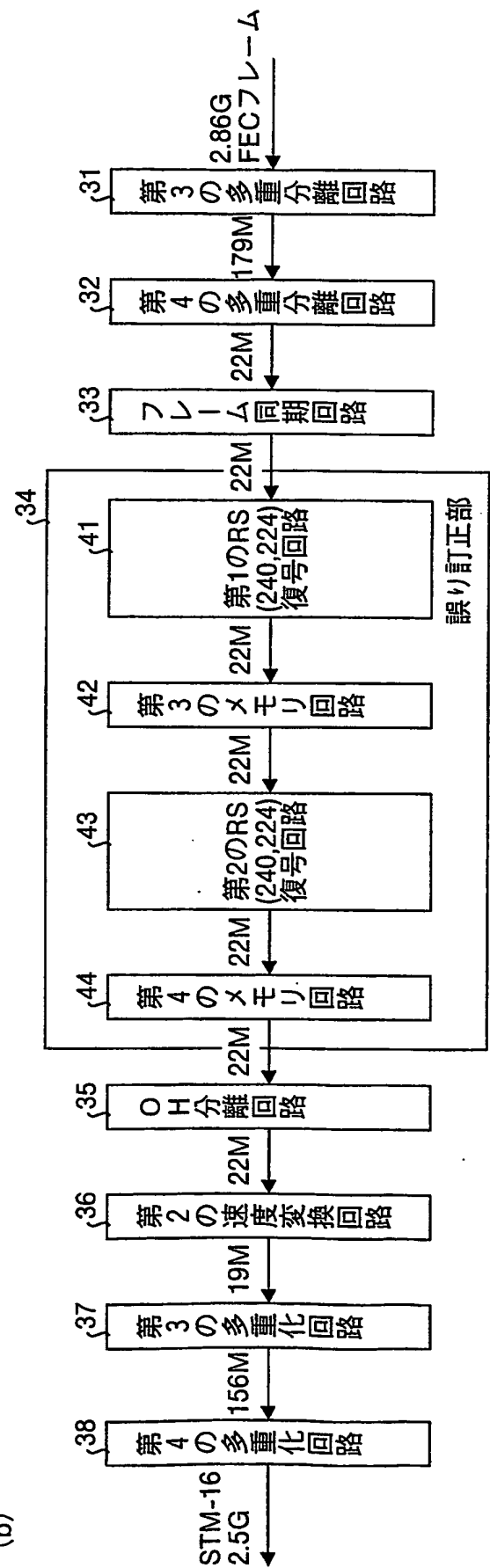
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第2図

(a)

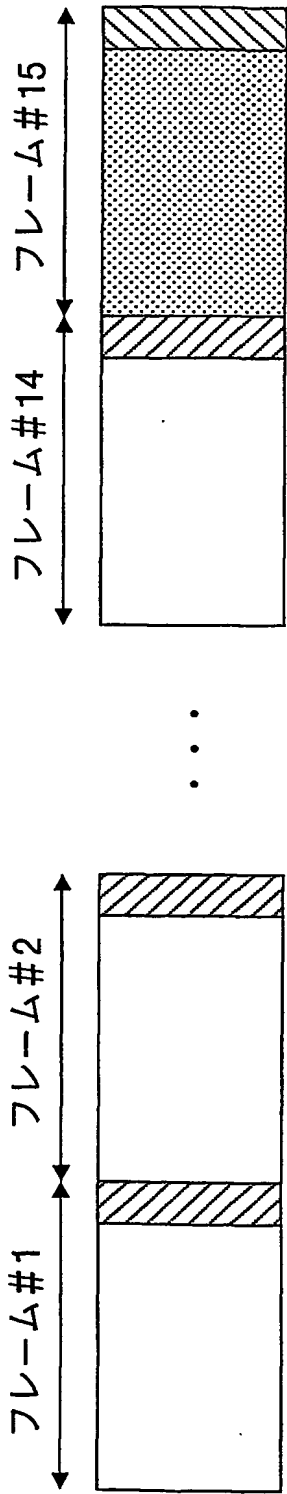


(b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

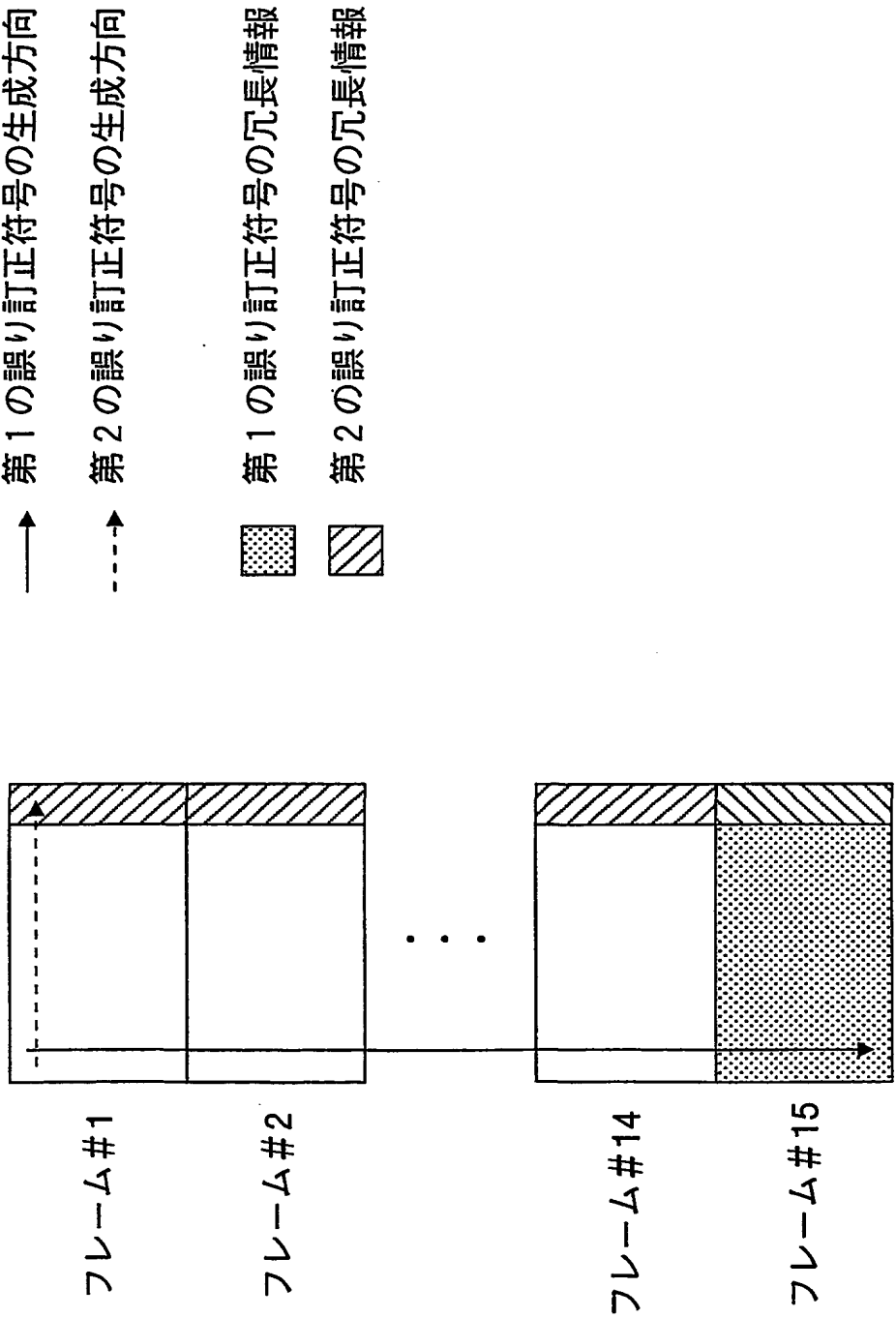
第3図



- 第1の誤り訂正符号の冗長情報
- 第2の誤り訂正符号の冗長情報

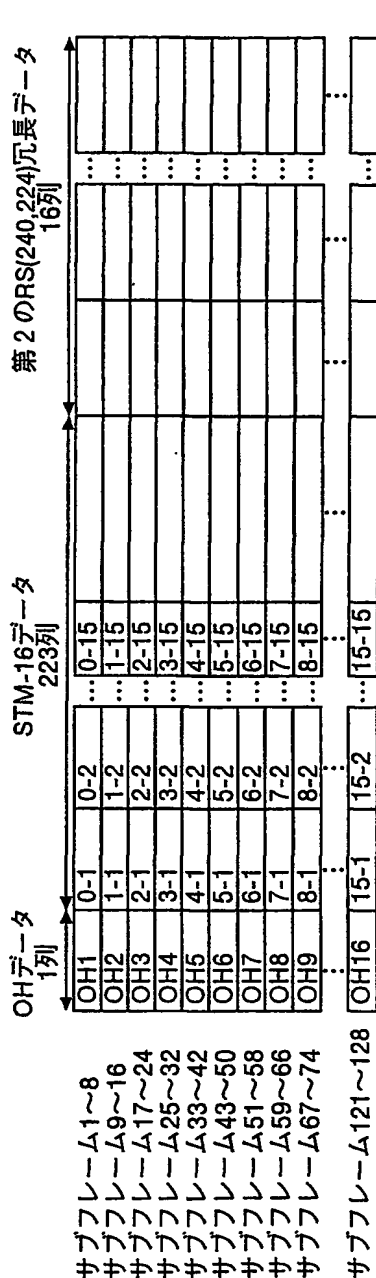
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第4図

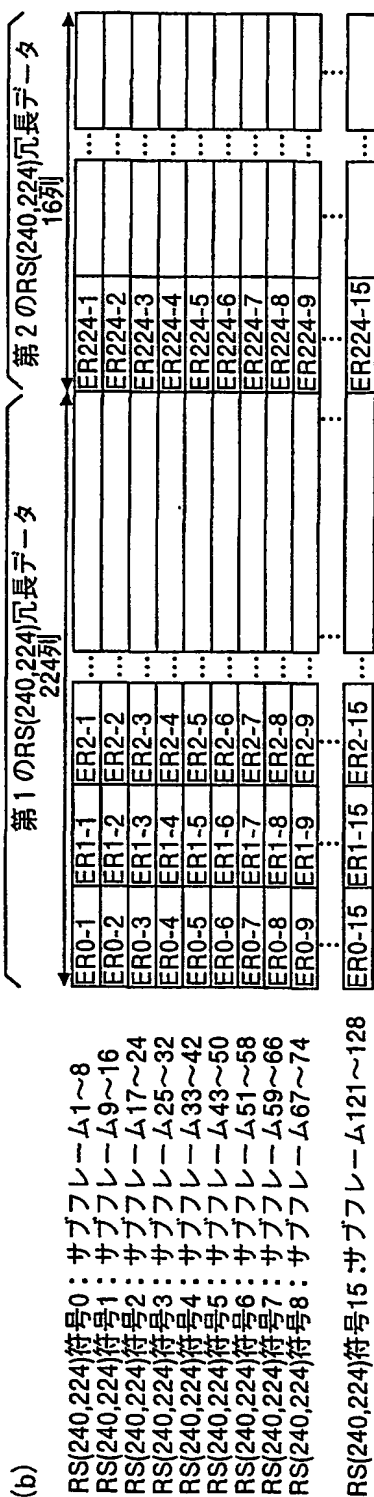


THIS PAGE BLANK (USPTO)

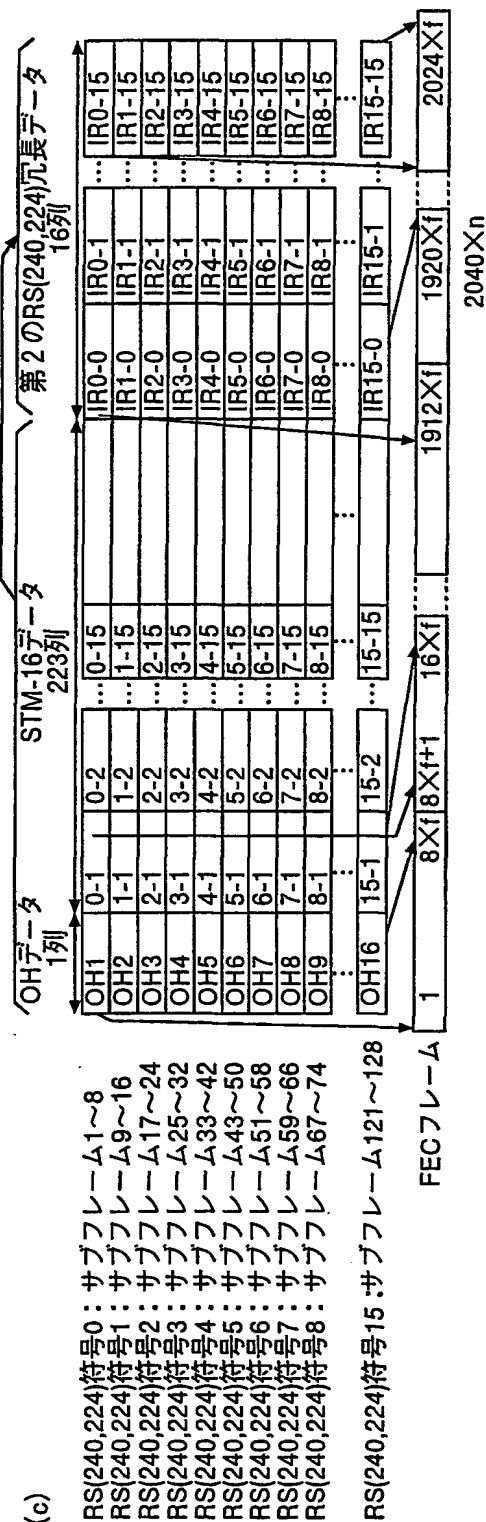
第5図 (a)



(b)



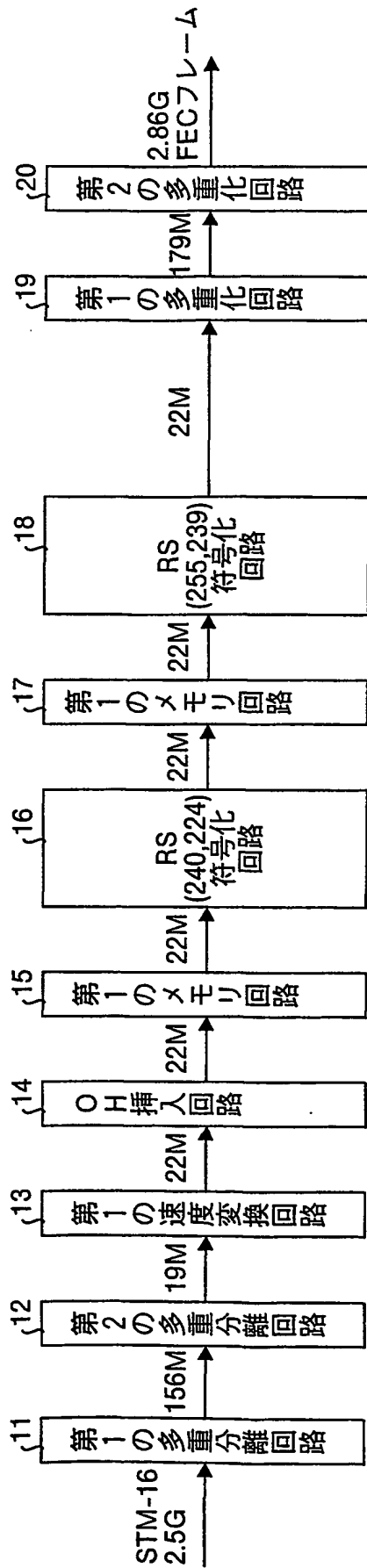
(c)



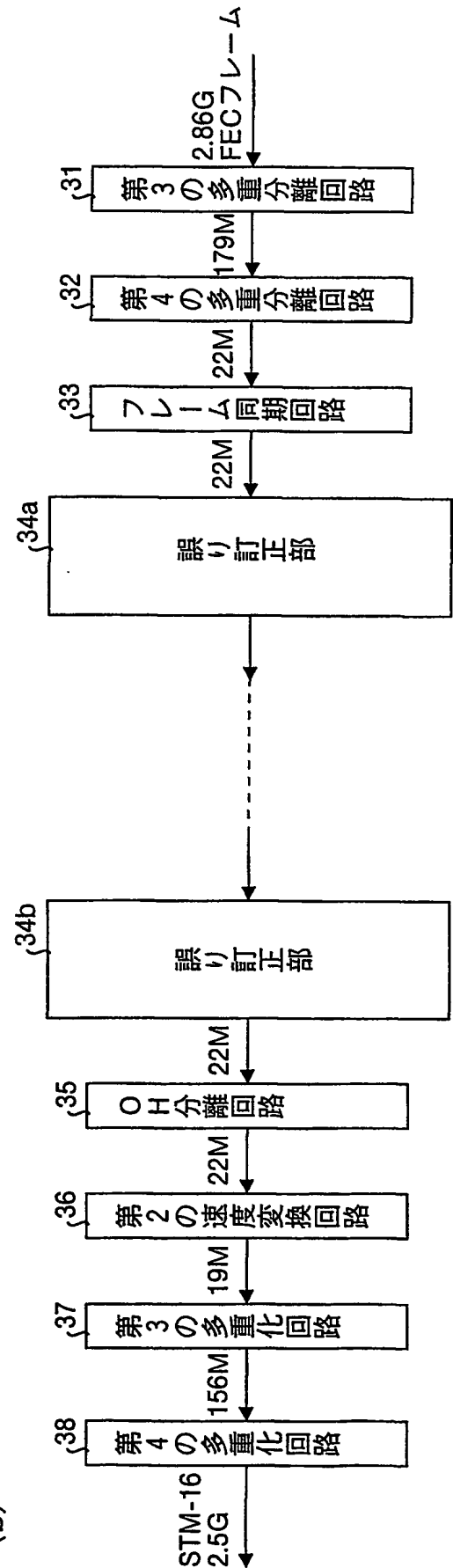
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第6図

(a)



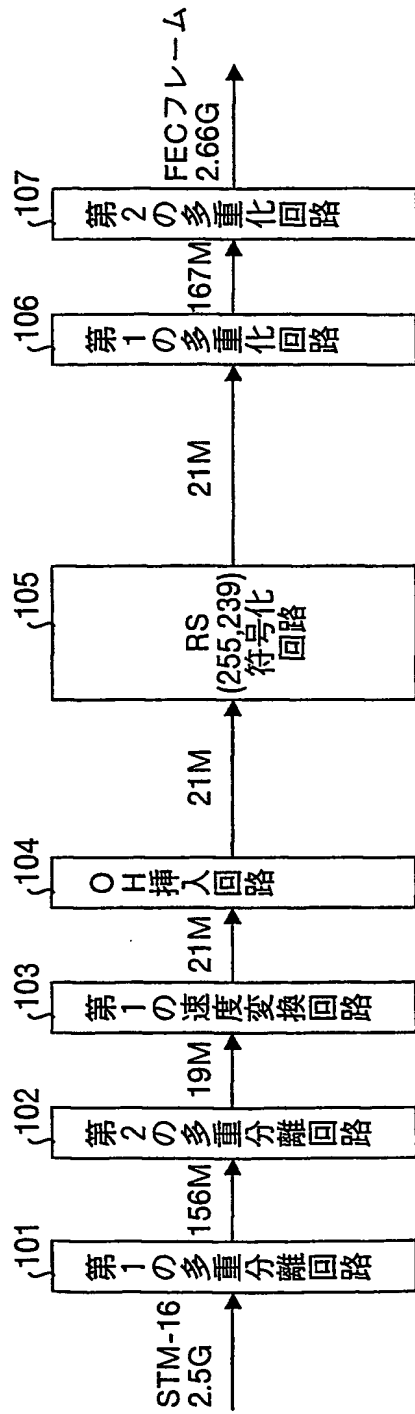
(b)



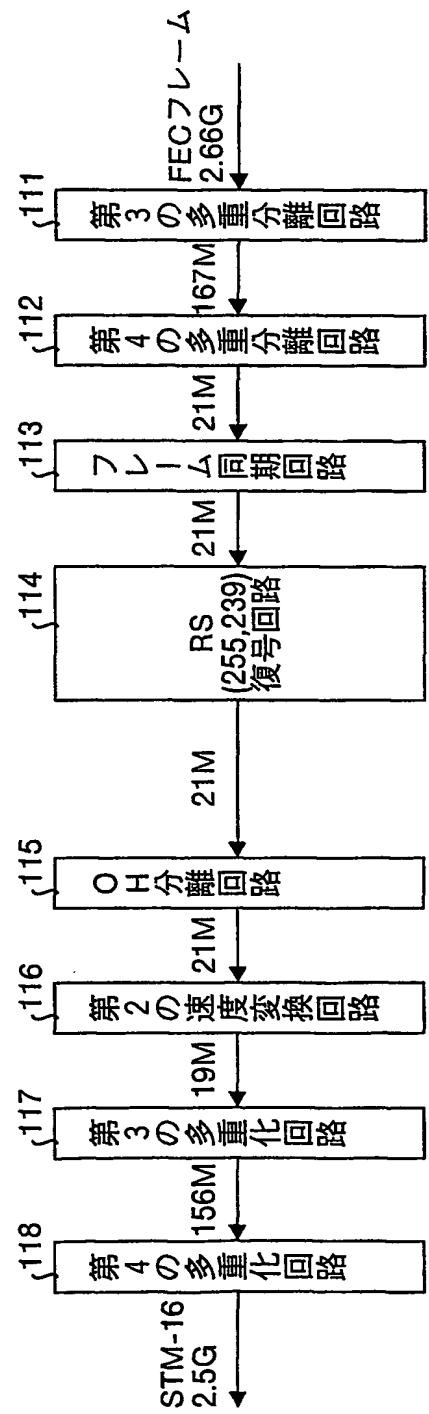
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第7図

(a)



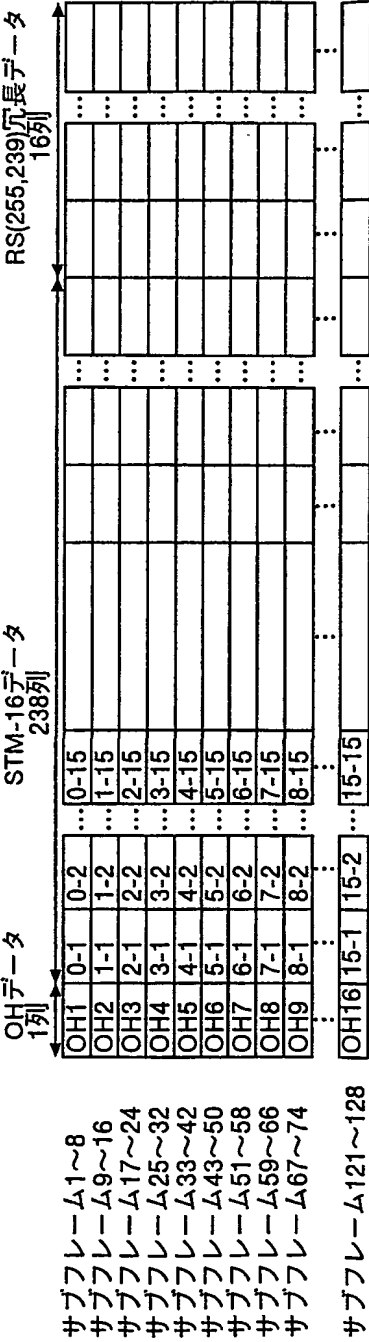
(b)



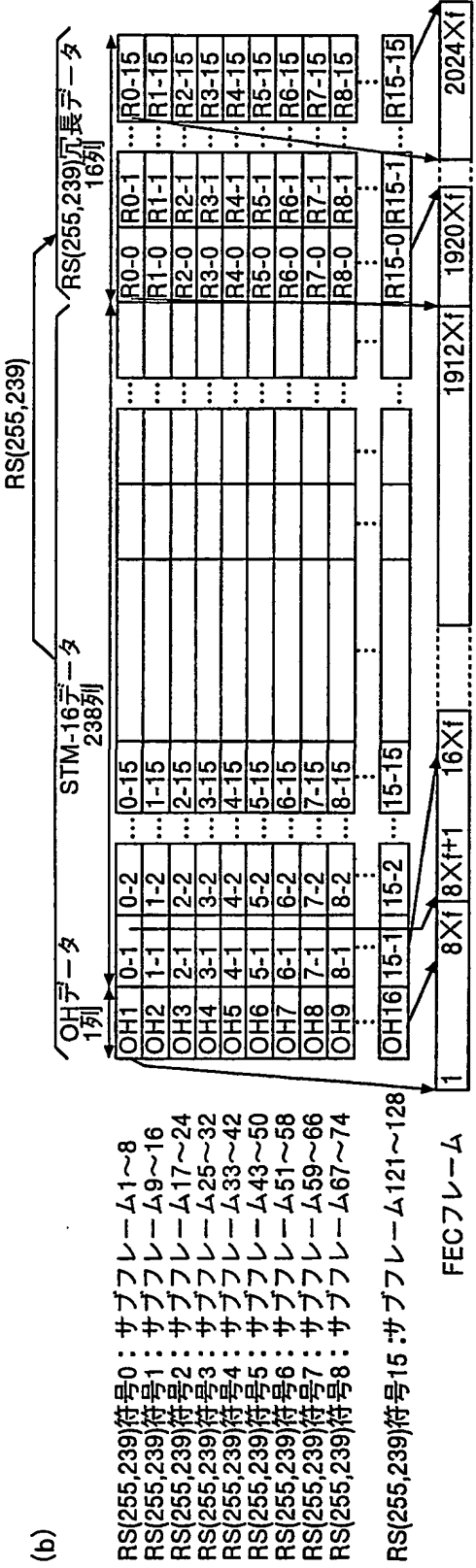
THIS PAGE BLANK (USPTO)

第8図

(a)



(b)



THIS PAGE BLANK (USPTO)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04078

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl⁷ H04L1/00, H03M13/29

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ H04L1/00, H03M13/00, H04J14/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2000
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2000 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2000

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
E, X	JP 2001-168734 A (Mitsubishi Electric Corporation), 22 June, 2001 (22.06.01), page 5, right column, line 28 to page 8, line 9; Figs. 2, 6 (Family: none)	1-7
E, X	JP 2001-136079 A (Mitsubishi Electric Corporation), 18 May, 2001 (18.05.01), page 8, right column, line 19 to page 10, left column, line 27; Figs. 4, 5 (Family: none)	1-7
A	JP 2000-124869 A (NEC Corporation), 28 April, 2000 (28.04.00), Full text; all drawings & EP 949780 A2	1-7
A	Hiroshi TEZUKA et al., "Kikan Hikari Densou-you Kou-through put Ayamari Teisei LSI", 1998 nen Denshi Joho Tsushin Gakkai Tsushin Society Taikai Kouen Ronbunshu 2, Denshi Joho Tsushin Gakkai, 07 September, 1998 (07.09.98), page 447	1-7

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"E" earlier document but published on or after the international filing date	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"&" document member of the same patent family
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search
27 July, 2001 (27.07.01)

Date of mailing of the international search report
07 August, 2001 (07.08.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04078

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 5-122197 A (Nippon Hoso Kyokai), 18 May, 1993 (18.05.93), page 2, right column, line 38 to page 3, left column, line 2; Fig. 2 & EP 540007 A2 & US 5432800 A	1-7
A	JP 2000-137651 A (Texas Instr. Japan Ltd.), 16 May, 2000 (16.05.00), page 3, left column, line 23 to page 3, right column, line 37; Fig. 6 (Family: none)	1-7
A	JP 6-318931 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 15 November, 1994 (15.11.94), Claims (Family: none)	1-7

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ H04L1/00, H03M13/29

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ H04L1/00, H03M13/00, H04J14/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, X	JP 2001-168734 A(三菱電機株式会社)22.6月.2001(22.06.01), 5頁右欄28行~8頁9行, 図2, 6 (ファミリーなし)	1-7
E, X	JP 2001-136079 A(三菱電機株式会社)18.5月.2001(18.05.01), 8頁右欄19行~10頁左欄27行, 図4, 5 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2000-124869 A(日本電気株式会社)28.4月.2000(28.04.00) 全文, 全図 &EP 949780 A2	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.07.01

国際調査報告の発送日

07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

衣嶋 文彦

5K

9199

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	手塚 宏 他, "基幹光伝送用高スループット誤り訂正LSI", 1998 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会公園論文集2, 電子情報 通信学会, 7. 9月. 1998 (07. 09. 98), p. 447	1-7
A	JP 5-122197 A (日本放送協会) 18. 5月. 1993 (18. 05. 93), 2頁右欄38行~3頁左欄2行, 図2 & EP 540007 A2 & US 5432800 A	1-7
A	JP 2000-137651 A (日本テキサス・インスツルメンツ株式会社) 16. 5月. 2000 (16. 05. 00), 3頁左欄23行~3頁右欄37行, 図6 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 6-318931 A (日本電信電話株式会社) 15. 11月. 1994 (15. 11. 94), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-7

PCT COOPERATION TREATY

PCT

NOTIFICATION CONCERNING
SUBMISSION OR TRANSMITTAL
OF PRIORITY DOCUMENT

(PCT Administrative Instructions, Section 411)

From the INTERNATIONAL BUREAU

To:

SAKAI, Hiroaki
Tokyo Club Building
2-6, Kasumigaseki 3-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0013
JAPON

Date of mailing (day/month/year) 29 August 2001 (29.08.01)	IMPORTANT NOTIFICATION
Applicant's or agent's file reference 524049WO01	
International application No. PCT/JP01/04078	
International publication date (day/month/year) Not yet published	
Applicant MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA et al	International filing date (day/month/year) 16 May 2001 (16.05.01) Priority date (day/month/year) 18 May 2000 (18.05.00)

1. The applicant is hereby notified of the date of receipt (except where the letters "NR" appear in the right-hand column) by the International Bureau of the priority document(s) relating to the earlier application(s) indicated below. Unless otherwise indicated by an asterisk appearing next to a date of receipt, or by the letters "NR", in the right-hand column, the priority document concerned was submitted or transmitted to the International Bureau in compliance with Rule 17.1(a) or (b).
2. This updates and replaces any previously issued notification concerning submission or transmittal of priority documents.
3. An asterisk(*) appearing next to a date of receipt, in the right-hand column, denotes a priority document submitted or transmitted to the International Bureau but not in compliance with Rule 17.1(a) or (b). In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.
4. The letters "NR" appearing in the right-hand column denote a priority document which was not received by the International Bureau or which the applicant did not request the receiving Office to prepare and transmit to the International Bureau, as provided by Rule 17.1(a) or (b), respectively. In such a case, the attention of the applicant is directed to Rule 17.1(c) which provides that no designated Office may disregard the priority claim concerned before giving the applicant an opportunity, upon entry into the national phase, to furnish the priority document within a time limit which is reasonable under the circumstances.

<u>Priority date</u>	<u>Priority application No.</u>	<u>Country or regional Office or PCT receiving Office</u>	<u>Date of receipt of priority document</u>
18 May 2000 (18.05.00)	2000-146973	JP	06 July 2001 (06.07.01)

The International Bureau of WIPO
34, chemin des Colombettes
1211 Geneva 20, Switzerland

Facsimile No. (41-22) 740.14.35

Authorized officer

Tessadel PAMPLIEGA *Tdp*

Telephone No. (41-22) 338.83.38

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PATENT COOPERATION TREATY

From the INTERNATIONAL BUREAU

PCT

NOTICE INFORMING THE APPLICANT OF THE COMMUNICATION OF THE INTERNATIONAL APPLICATION TO THE DESIGNATED OFFICES

(PCT Rule 47.1(c), first sentence)

To:

SAKAI, Hiroaki
Tokyo Club Building
2-6, Kasumigaseki 3-chome
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0033
JAPON



Date of mailing (day/month/year) 22 November 2001 (22.11.01)		IMPORTANT NOTICE	
Applicant's or agent's file reference 524049WO01			
International application No. PCT/JP01/04078	International filing date (day/month/year) 16 May 2001 (16.05.01)	Priority date (day/month/year) 18 May 2000 (18.05.00)	
Applicant MITSUBISHI DENKI KABUSHIKI KAISHA et al			

1. Notice is hereby given that the International Bureau has **communicated**, as provided in Article 20, the international application to the following designated Offices on the date indicated above as the date of mailing of this notice:

US

In accordance with Rule 47.1(c), third sentence, those Offices will accept the present notice as conclusive evidence that the communication of the international application has duly taken place on the date of mailing indicated above and no copy of the international application is required to be furnished by the applicant to the designated Office(s).

2. The following designated Offices have waived the requirement for such a communication at this time:

EP

The communication will be made to those Offices only upon their request. Furthermore, those Offices do not require the applicant to furnish a copy of the international application (Rule 49.1(a-bis)).

3. Enclosed with this notice is a copy of the international application as published by the International Bureau on 22 November 2001 (22.11.01) under No. WO 01/89134

REMINDER REGARDING CHAPTER II (Article 31(2)(a) and Rule 54.2)

If the applicant wishes to postpone entry into the national phase until 30 months (or later in some Offices) from the priority date, a **demand for international preliminary examination** must be filed with the competent International Preliminary Examining Authority before the expiration of 19 months from the priority date.

It is the applicant's sole responsibility to monitor the 19-month time limit.

Note that only an applicant who is a national or resident of a PCT Contracting State which is bound by Chapter II has the right to file a demand for international preliminary examination (at present, all PCT Contracting States are bound by Chapter II).

REMINDER REGARDING ENTRY INTO THE NATIONAL PHASE (Article 22 or 39(1))

If the applicant wishes to proceed with the international application in the **national phase**, he must, within 20 months or 30 months, or later in some Offices, perform the acts referred to therein before each designated or elected Office.

For further important information on the time limits and acts to be performed for entering the national phase, see the Annex to Form PCT/IB/301 (Notification of Receipt of Record Copy) and the PCT Applicant's Guide, Volume II.

The International Bureau of WIPO 34, chemin des Colombettes 1211 Geneva 20, Switzerland Facsimile No. (41-22) 740.14.35	Authorized officer J. Zahra Telephone No. (41-22) 338.91.11
--	---

THIS PAGE BLANK (08/27/10)

B-10-125

基幹光伝送用高スループット誤り訂正LSI

A forward error correction LSI for trunk line optical transmission systems

手塚 宏、朝日 威博*、松岡 勲**、新井 成浩***、洲崎 哲行、青木 恭弘**、江村 克己

Hiroshi Tezuka, Takehiro Asahi, Isao Matsuoka, Narihiro Arai, Tetsuyuki Suzuki, Yasuhiro Aoki, Katsumi Emura

日本電気(株)、C&Cメディア研究所 **海洋通信システム事業部 ***伝送デバイス事業部

*日本電気エンジニアリング(株) 伝送端末事業部

C&C Media Research Laboratories, ** Submarine Systems Division,

***Transmission Devices Division, NEC Corporation

*Devices Engineering Department, NEC Engineering, Ltd.

1. はじめに インターネットの進展に伴って、国際間通信の需要が高まるにつれ、光ファイバ伝送の大容量化が必須の課題となっている。長距離光中継伝送系では、光増幅器からの自然放光(ASE)雑音が蓄積し、受信感度の劣化及びエラーフロアを生じるという問題がある。エラーフロアの低減には誤り訂正(FEC)が効果的であり、既に、海底伝送系では8バイト訂正可能な[255, 239]リード・ソロモン符号を用いた伝送システムが構築されている^[1]。今後、大容量化・長距離化が進むにつれて、誤り訂正の重要性はさらに高まるものと思われる。しかし、従来のリードソロモン符号化/復号化のLSIはスループットが小さく、伝送容量が大きくなるにつれ装置規模も大きくなってしまった。このため我々は装置の小規模化、低消費電力化を実現するために、2.5Gb/sの伝送信号に対し、一つのチップで[255, 239]リードソロモン符号化・復号化できる2.7Gb/sスループットのLSIを開発した^[2]。また、本LSIを用いASE蓄積雑音に対する誤り訂正能力評価を行い、従来のFEC LSIと同様の結果を得ることができたので報告する。

2. 従来装置比較

(a) 装置構成 従来装置におけるリードソロモンコーデックLSIを用いた場合の装置構成、及び今回開発した高スループットLSIを用いた場合の装置構成を図1に示す。従来装置と比較して今回開発したLSIを使用することで、装置規模を従来の1/10以下にすることが可能となる。

(b) フレームフォーマット 図2に従来装置、及び今回開発したLSIを用いた場合のフレームフォーマットを示す。誤り訂正の対象となるサブフレームを単位として、光伝送用のフレームフォーマットが定義される。従来装置では、16サブフレームを1つのフレームとして定義し、2.5Gb/s信号を128ビット分離し低速で誤り訂正処理を実現している。これに対し、本LSIでは2.5Gb/s信号を16ビット分離し、1チップで誤り訂正処理を行う。このため、図2(b)に示すようにサブフレームを直列に並べたフレームフォーマットとなる。誤り訂正の復号化を行う際、サブフレーム単位で誤りの訂正を行うので、サブフレーム情報をメモリ内に蓄積しておく必要がある。このため並列に処理を行う従来のフレームフォーマットの場合、1フレーム分以上(16 μ s)の遅延が生じる。これに対し、新規LSIによるフレームフォーマットではサブフレームの遅延(1.4 μ s)となり、従来の1/10以下にすることが可能となる。

3. FEC LSI評価 図3にFEC LSIの特性評価のための実験系を示す。本実験系では長距離伝送を模擬するため、光アンプによるASE雑音を挿入し、そのASEレベルの値を調整しながら、FECを使用した場合、及び使用しない場合の2.677Gb/sにおける受信感度を評価した。図4に光SNRとエラーレートとの対応を示す。本LSIを用いることで10⁻⁹のエラーレートで約3dBの受信感度改善が可能となる。

4. まとめ 今回、2.7Gb/sのスループットを持つ誤り訂正符号化・復号化LSIを開発し、その評価を行った。本LSIにより従来装置と同等の誤り訂正能力が、小型の装置規模、低遅延で実現可能となる。今後、更に大容量化の進む光通信装置の中で、伝送特性の改善に効果のある高スループットFEC LSIの果たす役割が更に増大すると期待される。

参考文献 [1] ITU-T G.975 [2] 朝日他、本大会発表予定

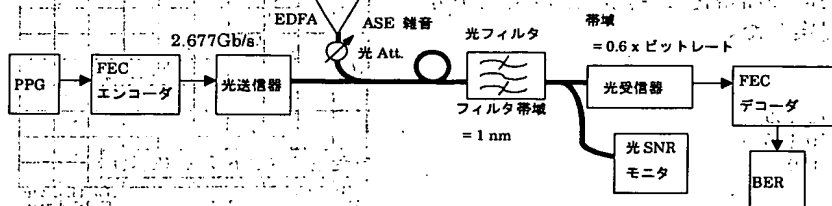


図3. 実験系

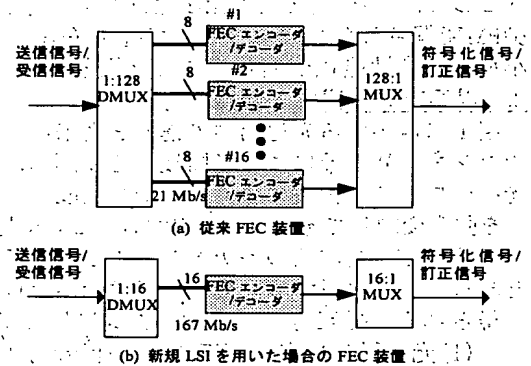


図1. 装置構成比較

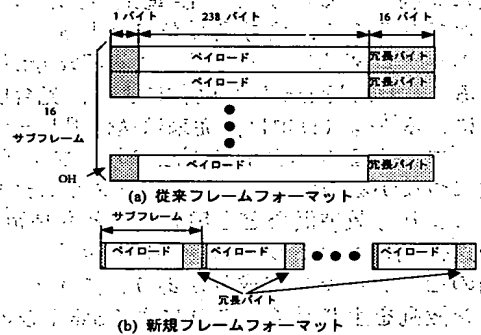


図2. フレームフォーマット比較

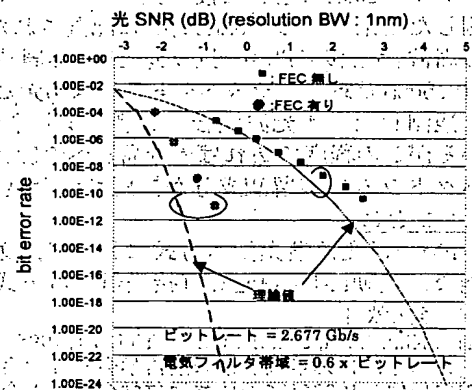


図4. 光 SNR と符号誤り率の関係

THIS PAGE BLANK (USPTO)

PROCEEDINGS OF THE 1998 COMMUNICATIONS SOCIETY CONFERENCE OF IEICE

電子情報通信学会 1998年通信ソサイエティ大会 講演論文集2

一般講演

- | | |
|--------------------|-------------------------|
| B-6. 交換システム A, B | B-11. コミュニケーションクオリティ |
| B-7. 情報ネットワーク | B-12. 光スイッチング |
| B-8. 通信方式 | B-13. 光ファイバ応用技術 |
| B-9. 電子通信エネルギー技術 | B-14. テレコミュニケーションマネジメント |
| B-10. 光通信システム A, B | |

シンポジウム

- SB-5. 情報流通を支えるネットワーク技術
- SB-6. マルチメディアを支えるエネルギーエレクトロニクス
- SB-7. 次世代インターネットとQoS

1998年9月29日～10月2日 山梨大学（甲府市）

September 29～October 2, 1998, YAMANASHI UNIVERSITY, KOFU

COMMUNICATIONS SOCIETY
THE INSTITUTE OF ELECTRONICS, INFORMATION AND COMMUNICATION ENGINEERS

社団法人 電子情報通信学会
通信ソサイエティ

(大会終了までは複写を禁止します。大会終了後は目次の最終ページに記載の方法により複写できます。)

THIS PAGE BLANK (088970)

国際調査報告

(法8条、法施行規則第40、41条)
〔PCT18条、PCT規則43、44〕

出願人又は代理人 の書類記号 524049W001	今後の手続きについては、国際調査報告の送付通知様式(PCT/ISA/220) 及び下記5を参照すること。	
国際出願番号 PCT/JPO1/04078	国際出願日 (日.月.年) 16.05.01	優先日 (日.月.年) 18.05.00
出願人(氏名又は名称) 三菱電機株式会社		

国際調査機関が作成したこの国際調査報告を法施行規則第41条(PCT18条)の規定に従い出願人に送付する。
この写しは国際事務局にも送付される。

この国際調査報告は、全部で 3 ページである。

☐ この調査報告に引用された先行技術文献の写しも添付されている。

1. 国際調査報告の基礎

a. 言語は、下記に示す場合を除くほか、この国際出願がされたものに基づき国際調査を行った。

☐ この国際調査機関に提出された国際出願の翻訳文に基づき国際調査を行った。

b. この国際出願は、ヌクレオチド又はアミノ酸配列を含んでおり、次の配列表に基づき国際調査を行った。

☐ この国際出願に含まれる書面による配列表

☐ この国際出願と共に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出された書面による配列表

☐ 出願後に、この国際調査機関に提出されたフレキシブルディスクによる配列表

☐ 出願後に提出した書面による配列表が出願時における国際出願の開示の範囲を超える事項を含まない旨の陳述書の提出があった。

☐ 書面による配列表に記載した配列とフレキシブルディスクによる配列表に記載した配列が同一である旨の陳述書の提出があった。

2. ☐ 請求の範囲の一部の調査ができない(第I欄参照)。

3. ☐ 発明の単一性が欠如している(第II欄参照)。

4. 発明の名称は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 次に示すように国際調査機関が作成した。

5. 要約は ☒ 出願人が提出したものを承認する。

☐ 第III欄に示されているように、法施行規則第47条(PCT規則38.2(b))の規定により国際調査機関が作成した。出願人は、この国際調査報告の発送の日から1カ月以内にこの国際調査機関に意見を提出することができる。

6. 要約書とともに公表される図は、

第 2 図とする。 ☐ 出願人が示したとおりである。

☐ なし

☐ 出願人は図を示さなかった。

☒ 本図は発明の特徴を一層よく表している。

THIS PAGE BLANK (USPTO)

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ H04L1/00, H03M13/29

B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int Cl⁷ H04L1/00, H03M13/00, H04J14/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2000年
 日本国登録実用新案公報 1994-2000年
 日本国実用新案登録公報 1996-2000年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
E, X	JP 2001-168734 A(三菱電機株式会社)22.6月.2001(22.06.01), 5頁右欄28行~8頁9行, 図2, 6 (ファミリーなし)	1-7
E, X	JP 2001-136079 A(三菱電機株式会社)18.5月.2001(18.05.01), 8頁右欄19行~10頁左欄27行, 図4, 5 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 2000-124869 A(日本電気株式会社)28.4月.2000(28.04.00) 全文, 全図 &EP 949780 A2	1-7

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

27.07.01

国際調査報告の発送日

07.08.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/J P)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

衣嶋 文彦

印

5 K

9199

電話番号 03-3581-1101 内線 3556

THIS PAGE BLANK (USPTO)

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	手塚 宏 他, "基幹光伝送用高スループット誤り訂正 L S I", 1998 年電子情報通信学会通信ソサイエティ大会公報論文集 2, 電子情報 通信学会, 7. 9月. 1998 (07. 09. 98), p. 447	1-7
A	JP 5-122197 A (日本放送協会) 18. 5月. 1993 (18. 05. 93), 2頁右欄38行~3頁左欄2行, 図2 & EP 540007 A2 & US 5432800 A	1-7
A	JP 2000-137651 A (日本テキサス・インスツルメンツ株式会社) 16. 5月. 2000 (16. 05. 00), 3頁左欄23行~3頁右欄37行, 図6 (ファミリーなし)	1-7
A	JP 6-318931 A (日本電信電話株式会社) 15. 11月. 1994 (15. 11. 94), 特許請求の範囲 (ファミリーなし)	1-7

THIS PAGE BLANK (USPTO)